

**PERBAIKAN TEGANGAN JATUH INSTALASI LISTRIK
SATU FASA DI AREA PERSAWAHAN DENGAN BEBAN
POMPA AIR**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan
Teknik Elektro
Fakultas Teknik**

Oleh:

DANANG RIYADI NUGRAHA

D 400 090 005

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2016

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERBAIKAN TEGANGAN JATUH INSTALASI LISTRIK
SATU FASA DI AREA PERSAWAHAN DENGAN BEBAN
POMPA AIR**

PUBLIKASI ILMIAH


oleh:

DANANG RIYADI NUGRAHA

D 400 090 005

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

 1/8-15

Hasyim Asy'ari, S.T., M.T

NIK. 981

HALAMAN PENGESAHAN

PERBAIKAN TEGANGAN JATUH INSTALASI LISTRIK SATU FASA DI AREA PERSAWAHAN DENGAN BEBAN POMPA AIR

OLEH

DANANG RIYADI NUGRAHA

D 400 090 005

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Sabtu, 6 Agustus 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Hasyim Asy'ari, S.T., M.T
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Jatmiko, MT
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Umar, ST.MT
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunariono, M.T., Ph.D

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 8 Agustus 2016

Penulis

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'D' and 'N' with a small '3' at the end, all enclosed within a circular loop.

DANANG RIYADI NUGRAHA

D 400 900 005

PERBAIKAN TEGANGAN JATUH INSTALASI LISTRIK SATU FASA DI AREA PERSAWAHAN DENGAN BEBAN POMPA AIR

Abstrak

Instalasi listrik adalah jaringan perlengkapan yang membangkitkan, memakai, mengubah, mengatur, mengalihkan, mengumpulkan atau membagikan tenaga listrik. Instalasi listrik penerangan dan tenaga pada rumah tinggal, Instalasi pada industri, rumah tangga tertentu, kapal laut, bahkan instalasi listrik di area persawahan. Beberapa kasus nyata yang ditemui di lapangan mengenai tegangan jatuh (drop voltage) pada instalasi listrik di area persawahan, sehingga mengakibatkan kinerja peralatan mesin listrik di area persawahan tidak berjalan maksimal dan dapat merusak peralatan listrik pengguna, dalam hal ini pompa air. Panjang tarikan dan besar penghantar yang digunakan sangat berpengaruh dalam instalasi tersebut. Untuk mengatasi permasalahan dalam study kasus ini perlu di analisa terkait jenis penghantar, diameter penghantar dan penambahan alat yang mampu meminimalkan nilai tegangan jatuh yang masih dalam lingkup toleransi dari PLN (10%). Metode yang digunakan adalah mengkonfigurasi beban dan luas penampang dengan menggunakan software electrical calculations untuk mensimulasikan jatuh tegangan yang nyata pada jaringan pompa di area persawahan dan melalui pemilihan rencana anggaran biaya yang di butuhkan. Hasil menunjukkan dengan rekonfigurasi beban arus pada satu fasa sebesar 13.6A dan menggunakan kabel LVTC aluminium dengan luas penampang 16 mm dan persentase jatuh tegangan sebesar 3.89% atau tegangan terendah 204.72 volt, biaya yang dibutuhkan penggantian kabel 210m sebesar Rp. 1.890.000 . Untuk menghemat anggaran biaya dapat juga menggunakan stavolt jenis servo kapasitas 5 KVA untuk menstabilkan tegangan menjadi 220 volt, dengan anggaran biaya sebesar Rp. 1.750.000.

Kata kunci: luas penampang, jatuh tegangan, pompa air.

Abstract

The electrical installation is a network equipment that generate, use, modify, organize, assign, collect or distribute electricity. Installation of electrical lighting and power in residences, installations in industry, certain household, marine vessels, even the installation of electricity in the area of rice fields. Some real cases encountered in the field on a voltage drop (voltage drop) on the installation of electricity in the area of rice fields, resulting in electrical machinery equipment performance in the area of rice fields are not running optimally and can damage electrical equipment users, in this case the water pump. The length of the pull and great conductors used to be very influential in the installation. To resolve the problem in this case study needs analysis related to the type of conductor, conductor diameter and the addition milai tool that minimizes voltage drop which is still within the tolerance of PLN (10%). The method used is to configure the load and cross-sectional area by using software electrical voltage drop calculations to simulate real network of pumps in the area of rice fields and through the selection of a budget plan is needed. The results showed with the reconfiguration of the load current on one phase of 13.6A and use LVTC aluminum cables with cross-sectional area of 16 mm and the percentage of voltage drop of 3.89% or 204.72 volt low voltage, the cost cable replacement 210m Rp. 1,890,000. To save the budget can also use stavolt servo 5 KVA capacity to stabilize the voltage to 220 volts, with a budget of Rp. 1,750,000.

Keywords : cross-sectional area , the voltage drop , the water pump .

1. PENDAHULUAN

Penyaluran daya listrik melalui transmisi maupun distribusi, akan mengalami tegangan jatuh (drop voltage) sepanjang saluran dilalui. Hal itu disebabkan oleh pembangkit tenaga listrik berada jauh dari pusat beban, sehingga akan mengakibatkan kerugian yang cukup besar dalam penyaluran daya listrik. Kerugian tersebut disebabkan oleh saluran yang cukup panjang (Ikhlas H.,2011). Dari segi kerugian konsumen tidak bisa menikmati tegangan PLN sebesar 220 volt. Jumlah tarikan sambungan rumah (SR) deret yang tidak sesuai standar akan berpengaruh terhadap losses (susut daya) yang merupakan kerugian bagi PLN. Untuk kerugian di sisi pelanggan akibat penarikan sambungan rumah yang tidak sesuai standar tersebut adalah drop voltage (Agung et al.,2013). Penyebab terjadi drop tegangan ada tiga, pertama, terbatasnya supply daya listrik dari pembangkit saat beban puncak, kedua, adanya aksi pencurian listrik, termasuk pemasangan PJU (penerangan jalan umum) illegal (Eko et al.,2015).

Pada instalasi listrik tiga fasa sering kali tidak memperhatikan kondisi pembebanan yang terpasang dapat mengakibatkan ketidakseimbangan beban pada setiap fasa (Hasyim A.,2011). Tegangan jatuh sangat mungkin terjadi karena ketidakseimbangan setiap fasa tidak sama. Penggunaan aluminium sangat disarankan untuk jarak penghantar yang cukup panjang, karena aluminium memiliki penghantar yang cukup tinggi untuk menghantarkan tegangan listrik (Andrianjafinandrasana et al.,2016). Instalasi listrik satu fasa yang biasanya di gunakan untuk rumah tangga, sebagai titik akhir pelayanan listrik pada konsumen. Namun di sebagian daerah Indonesia terutama di daerah kecamatan Paron, kabupaten Ngawi, Jawa Timur telah di alih fungsikan dari listrik rumahan menjadi listrik persawahan. Untuk menggantikan kerja dari mesin diesel yang biasanya untuk pengairan di persawahan, dibutuhkan sebuah pompa air untuk menggantikan kerja dari diesel. Dalam kasus di lapangan banyak terjadi kesalahan instalasi listrik dari KWH PLN ke beban, dalam hal ini pompa air. Jenis penghantar, besar penampang dan jarak antara PLN dengan beban sering kali tidak di perhitungkan dalam instalasi, sehingga ketidakseimbangan instalasi ini mengakibatkan tegangan jatuh (drop voltage) yang melebihi batas toleransi dari PLN (10% dari 220 Volt). Ketidakseimbangan ini di tunjukkan adanya perbedaan dari dari tegangan kirim dari PLN dengan tegangan terima ke beban dalam hal ini pompa air, sehingga mempunyai tegangan jatuh yang melebihi batas toleransi. Akibat tegangan jatuh yang melebihi toleransi ini dapat mengakibatkan segala peralatan yang digunakan cepat mengalami kerusakan karena konsumsi arus tegangan yang tidak maksimal.

Penelitian ini penulis akan rekonfigurasi beban dan luas penampang menggunakan software electrical calculations untuk mensimulasikan tegangan jatuh pada pompa air di area persawahan, sehingga tidak melebihi batas toleransi PLN 10%, serta perencanaan anggaran biaya untuk mengetahui besar keperluan instalasi tersebut.

1.1 JENIS PENGHANTAR

1.1.1 Aluminium

Aluminium murni mempunyai massa jenis $2,7 \text{ g/cm}^3$, α nya $1,4 \cdot 10^{-5}$, titik leleh 658° C dan tidak korosif. Daya hantar aluminium sebesar 35 m/ohm.mm^2 atau kira-kira 61,4 % daya hantar tembaga. Aluminium murni mudah dibentuk karena lunak, kekuatan tariknya hanya 9 kg/mm^2 . Untuk itu jika aluminium digunakan sebagai penghantar yang dimensinya cukup besar, selalu diperkuat dengan baja atau paduan aluminium, Penggunaan yang demikian misalnya pada : ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced), ACAR (Aluminium Conductor Alloy Reinforced). Penggunaan aluminium yang lain adalah untuk busbar dan karena alasan tertentu misalnya, karena alasan ekonomi, dibuat penghantar aluminium yang berisolasi, misalnya : ACSR – OW, LVTC.

1.1.2 Tembaga

Tembaga mempunyai daya hantar listrik yang tinggi yaitu $57 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ pada suhu 20°C . Koefisien suhu (α) tembaga 0,004 per $^\circ \text{C}$. Pemakaian tembaga pada teknik listrik yang terpenting adalah sebagai penghantar, misalnya : kawat berisolasi (NYA, NYAF), kabel (NYM, NYY, NYFGbY), busbar, lamel mesin dc, cincin seret pada mesin ac.

1.2 TEGANGAN JATUH

Tegangan jatuh adalah selisih antara tegangan kirim dan tegangan terima. Tegangan jatuh di sebabkan oleh hambatan dan arus, tegangan jatuh pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya tegangan jatuh dinyatakan baik dalam persen atau dalam besaran Volt. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan.

Tegangan jatuh secara umum adalah tegangan yang digunakan pada beban. Tegangan jatuh ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui tahanan kawat. Tegangan jatuh V pada penghantar semakin besar jika arus I di dalam penghantar semakin besar dan jika tahanan penghantar R_l semakin besar pula. Tegangan jatuh merupakan penanggung jawab terjadinya kerugian pada penghantar karena dapat menurunkan tegangan pada beban. Akibatnya hingga berada di bawah tegangan nominal

yang dibutuhkan. Atas dasar hal tersebut maka tegangan jatuh yang diijinkan untuk instalasi dengan toleransi 10%. Rugi tegangan dapat dinyatakan dalam persamaan 1:

$$\begin{aligned}\Delta V &= I_s \times (R_s + jX_s) \\ &= I \times Z \dots\dots\dots(1)\end{aligned}$$

dengan :

I = Arus (A)

Z = Impedansi (Ω)

$$\Delta V = V_s - V_r \dots\dots\dots(2)$$

dengan :

ΔV = drop tegangan (V)

V_s = tegangan kirim (V)

V_r = tegangan terima (V)

Maka besar nilai persentase (%) rugi tegangan adalah :

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V}{V} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

dengan :

$\Delta V (\%)$ = Rugi Tegangan dalam % (V)

V = Tegangan kerja (V)

ΔV = Rugi tegangan (V)

Penurunan tegangan maksimum pada beban penuh, yang dibolehkan dibeberapa titik pada jaringan distribusi adalah (SPLN 72 :1987) :

- a. SUTM = 5 % dari tegangan kerja bagi sistem radial
- b. SKTM = 2 % dari tegangan kerja pada sistem spindel dan gugus.
- c. Trafo distribusi = 3 % dari tegangan kerja.
- d. Saluran tegangan rendah = 4% dari tegangan kerja tergantung kepadatan beban.
- e. Sambungan rumah = 1 % dari tegangan nominal.

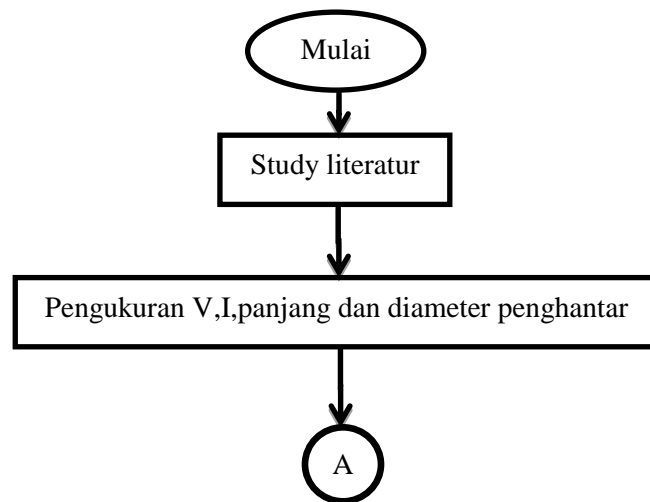
2. METODE PENELITIAN

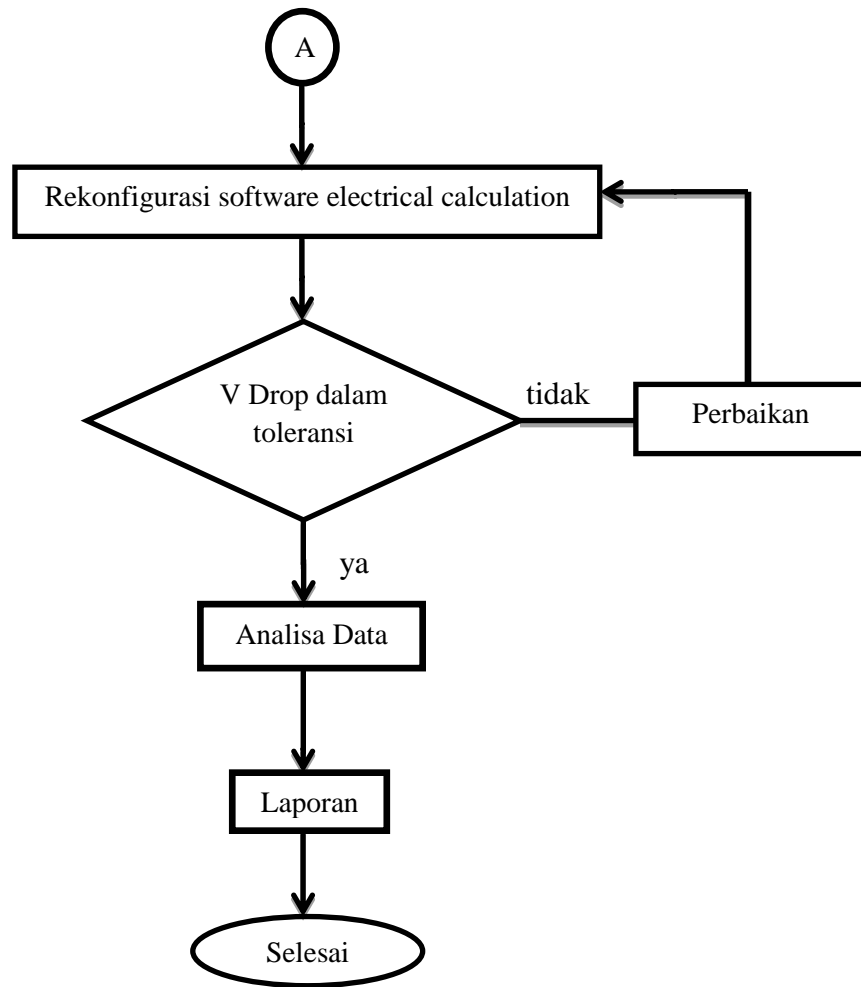
Penelitian tugas akhir ini penulis akan menganalisa tegangan jatuh (drop voltage) dan rekonfigurasi beban pada instalasi listrik persawahan dengan menggunakan software electrical calculation, untuk itu beberapa parameter yang dibutuhkan untuk mengkonfigurasi pengukuran tersebut adalah pengukuran tegangan, arus, faktor daya, luas penampang yang digunakan serta jarak penghantar antara panel ke beban, dan besar anggaran untuk mengetahui semua keperluan yang dibutuhkan. Data-data tersebut akan digunakan untuk mengkonfigurasi dan mensimulasikan besar tegangan jatuh dengan software electrical calculation, sehingga akan didapatkan ukuran penghantar, jenis penghantar dan harga penghantar yang paling minimal sehingga tegangan jatuh masih dalam batas toleransi 10%.

3. PERALATAN DAN BAHAN

1. Software Electrical Calculation
2. Multimeter digital
3. Tang ampere meter

4. FLOWCART PENELITIAN





Gambar 1. Flowcart Penelitian.

5. HASIL DAN ANALISA

Data dan hasil pengukuran

Tabel 1. Data panjang dan diameter penghantar

Uraian	Jenis Penghantar (m)	Panjang Penghantar (m)	Luas Penampang (mm)
Tiang PLN ke panel KWH meter	LVTC (DX)	30	10
Panel KWH meter ke beban	LVTC (DX)	210	10

Tabel 2. Data tegangan dan arus

Uraian	Tegangan kirim(V)	Tegangan terima(V)	Arus (A)	Persentase (%)
Tiang PLN ke panel KWH meter	213	199.86	16	-
Panel KWH meter ke beban	199.86	172.56	13.6	6.17

Pada tabel 1 merupakan data yang diperoleh dari kasus dilapangan, data panjang kabel penghantar, jenis kabel yang digunakan, besar luas penampang kabel. Tabel 2 adalah data yang terkait dengan besar tegangan dan arus serta besar tegangan da arus saat menggunakan beban, sedangkan tabel 3 adalah gambaran umum besarnya jatuh tegangan dari penal KWH ke beban serta besarnya persentase tegangan jatuh sesuai batas toleransi 10%.

6. ANALISA DATA

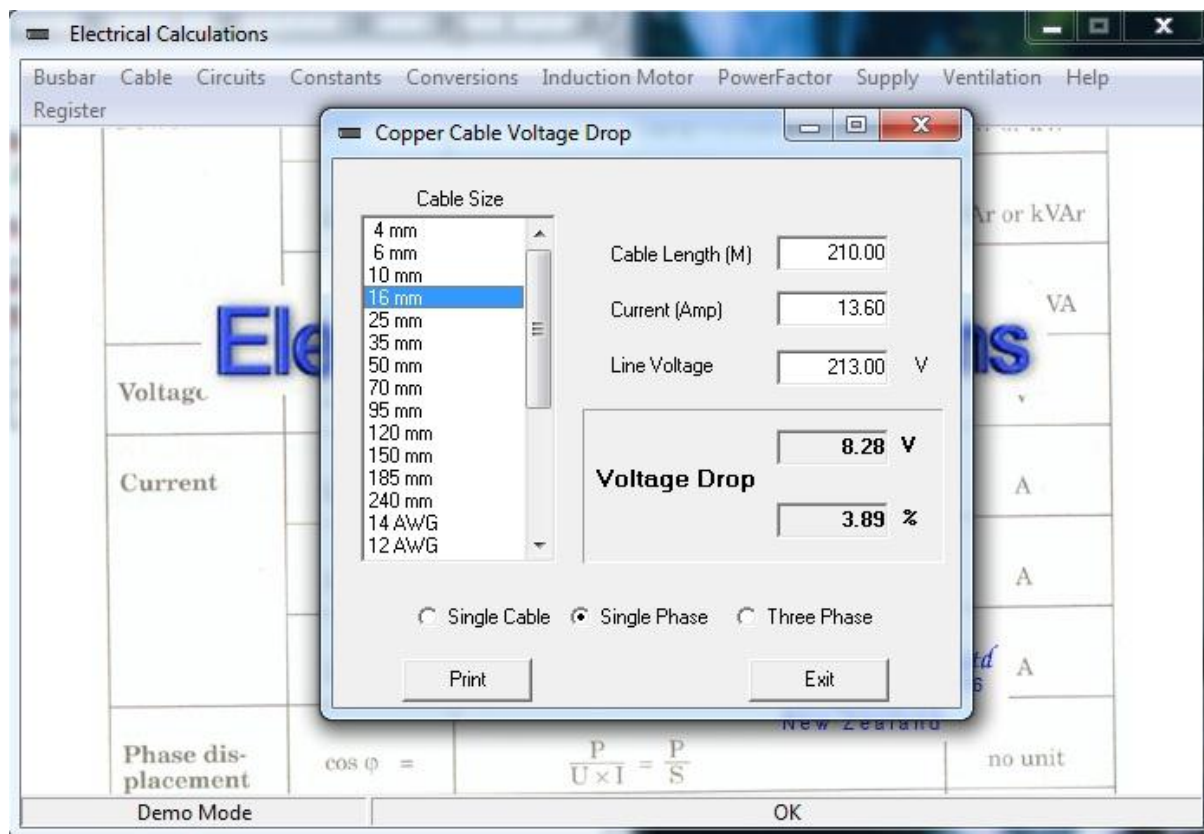
Hasil rekonfigurasi dan simulasi tegangan jatuh dengan menggunakan software Electrical Calculation, anggaran biaya yang di butuhkan, dan running program electrical calculation.

Tabel 3. Hasil rekonfigurasi dan simulasi menggunakan software electrical calculation

No	Jenis Penghantar	Panjang (M)	Tegangan Kirim(V)	Tegangan Terima(V)	Tegangan Jatuh(V)	Arus (A)	Persentase (%)
1	DX 10mm	210	213	199.86	13.14	13.6	6.17
2	DX 16mm	210	213	204.72	8.28	13.6	3.89
3	DX 25mm	210	213	208.14	4.86	13.6	2.28
4	NYY 2 x 2.5mm	210	213	165.51	47.49	13.6	22.30
5	NYY 2 x 4mm	210	213	183.24	29.76	13.6	13.97
6	NYY 2 x 6mm	210	213	193.09	19.91	13.6	9.35

Tabel 4. Rancangan Biaya

No	Jenis Kabel	Panjang (m)	Harga	Total
1	DX 10mm LVTC	210	6.500	1.365.000
2	DX 16mm LVTC	210	9.000	1.890.000
3	DX 25mm LVTC	210	11.500	2.415.000
4	NYY 2 x 2.5mm	210	7.500	1.575.000
5	NYY 2 x 4mm	210	10.500	2.205.000
6	NYY 2 x 6mm	210	15.000	3.150.000
7	STAVOLT 5 KVA			1.750.000



Gambar 2. Running program electrical calculation

Pada tabel 3 menyatakan bahwa sebelum adanya rekonfigurasi simulasi pada kasus dilapangan terlihat pelanggan menggunakan jenis kabel LVTC (kabel DX) ukuran 10mm dengan panjang penghantar 210m mempunyai tegangan kirim sebesar 213V dan tegangan terima sebesar 199.86V sehingga tegangan jatuh sebesar 13.14V dengan arus sebesar 13.6A dan persentase tegangan jatuh 6.17%. Pada simulasi ke dua menggunakan software electrical calculation menunjukkan tegangan jatuh pada penghantar dengan ukuran 16mm mempunyai tegangan kirim 213V dan tegangan terima 204.72V dan tegangan jatuh sebesar 8.28V dengan persentase 3.89% sesuai batas toleransi 10%. Dari tabel 4 dapat diketahui berapa besar anggaran yang dibutuhkan untuk mengganti kabel penghantar dari 10mm dengan harga Rp.1.365.000, menjadi 16mm harga Rp.1.890.000, atau kabel diameter 25mm dengan harga Rp. 2.415.000, dapat juga menggunakan stavolt jenis servo dengan kapasitas 5 KVA dengan harga Rp.1.750.000 tanpa merubah instalasi yang sudah ada, untuk menstabilkan tegangan terima dari KWH meter sebesar 220 volt

7. PENUTUP

Tegangan jatuh (Drop Voltage) merupakan suatu tegangan yang wajar apabila masih dalam batas toleransi 10%, akan tetapi yang terjadi pada kasus ini dapat diperbaiki dengan memperbesar diameter penampang kabel yang digunakan dari diameter 10mm dengan harga Rp.1.365.000, menjadi diameter 16mm dengan harga Rp.1.890.000 atau menggunakan diameter 25mm harga Rp.2.415.000, agar tegangan jatuh tetap pada batas toleransi 10%. Dapat juga menambahkan sebuah alat yaitu stavolt jenis servo dengan kapasitas 5KVA dengan harga Rp.1.750.000 untuk menstabilkan tegangan menjadi 220V, apabila masih menggunakan diameter penghantar kabel 10mm.

8. SARAN

Untuk pemasangan sebuah instalasi listrik perlu memperhatikan dan memperhitungkan beberapa faktor saat akan melakukan instalasi, terkait dengan besar daya yang digunakan, diameter penghantar kabel, jenis kabel, jarak kabel terhadap beban, tegangan serta arus beban. Mengapa demikian, karena hal ini dapat mengakibatkan tegangan jatuh pada tegangan kirim dengan tegangan terima, oleh karena itu setiap pemasangan instalasi baru atau penambahan beban baru perlu adanya perhitungan faktor-faktor diatas untuk meminimalkan tegangan jatuh yang masih pada lingkup nilai toleransi dari PLN (10%). Rencana anggaran sangat diperlukan untuk mengetahui total rencana pembelian bahan dan alat yang dibutuhkan sesuai dengan keuangan pelanggan.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak – pihak yang senantiasa mengeluarkan waktunya untuk memberikan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir sebagai berikut:

1. ALLAH SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan banyak kenikmatan kemuliaannya.
2. Semua keluargaku, Bapak, Ibu, Mbak Na, Mas Amin, mertuaku, dan semuanya yang telah mendukung dan memberi semangat serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Keluarga kecil ku, Rully Nugraha dan Ellven Aprillio Nurgaha yang selalu sabar dan selalu memberi semangat pada penulis.

4. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Bapak Umar S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
6. Bapak Hasyim Asy'ari, S.T, M.T selaku dosen pembimbing .
7. Bapak dan ibu Dosen Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
8. Teman-teman Teknik Elektro Angkatan 2009 semuanya yang telah memberi motivasi dan semangat.
9. Teman – teman seperjuangan, Mas Ucup, Mas Purwo, om Didik, Bondan, dan semuanya yang telah banyak membantu dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
10. Semua teman- teman yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu terimakasih banyak atas dukungan dan doa.
11. Semua pihak yang sudah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianjafinandrasana, N., Gould, M., & Szerling, P. (n.d.).2016. Analysis of the Static Voltage Drop in the Power Distribution Network of a System-on-chip, 1–13.
- Asy,ari H. (2011). PADA PANEL UTAMA PRAMBANAN, 2011(Semantik), 1–5.
- Hakiki, Ikhlas. (2011). *ANALISA DROP TEGANGAN PADA FEEDER SETAPUK TEGANGAN MENENGAH 20 KV DI GARDU INDUK SEI-WIE PT PLN (PERSERO) CABANG SINGKAWANG*.
- Holong,M.(21 Desember 2012).Tegangan Jatuh (Drop Tegangan).Tersedia: <https://modalholong.wordpress.com/2012/12/21/tegangan-jatuh-drop-tegangan/>
- Nugroho,Agung.,Setiawan,Eko. (2013). Analisa Perbaikan Losses Dan Jatuh Tegangan Pada Jaringan Sambungan Rumah Tidak Standar Dengan, 4.

Supriyanto, E., Widi, A., Mohammad, S., & Silaturokhim, Z. (2015). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dini Untuk Drop Tegangan Berbasis SMS Gateway, *13*, 1–7.

Wisanggeni,S.(9 Maret 2015). PENGERTIAN DAN JENIS-JENIS PENGHANTAR LISTRIK.Tersedia:http://ganixwijaya.blogspot.co.id/2015/03/normal-0-false-false-false-in-x-none-x_9.html.